

**Arrangement and method for steering a motor vehicle**

Patent Number: ☐ US6279674  
Publication date: 2001-08-28  
Inventor(s): BINFET-KULL MARIA (DE); LISSEL ERNST (DE)  
Applicant(s): VOLKSWAGENWERK AG (US)  
Requested Patent: ☐ DE19632251  
Application Number: US19970907965 19970811  
Priority Number(s): DE19961032251 19960809  
IPC Classification: B62D5/30  
EC Classification: B62D6/00, B62D9/00, B62D11/08  
Equivalents: ☐ EP0829416, A3

---

**Abstract**

---

An arrangement for steering a motor vehicle having at least two steerable wheels including steering equipment for setting the position of the steerable wheels as a function of a desired steering angle signal and braking equipment which is present in the vehicle and which, in the event of a fault in the steering equipment, produces selectively different braking forces at the wheels as a function of the desired steering signal. A method for steering a motor vehicle in the event of failure of the steering equipment includes the step of applying different braking forces to the vehicle wheels in accordance with a desired steering angle signal

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 196 32 251 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 60 T 8/62**  
B 60 T 8/60  
B 62 D 6/00  
// B 62 D 155:00

②① Aktenzeichen: 196 32 251.0  
②② Anmeldetag: 9. 8. 96  
②③ Offenlegungstag: 12. 2. 98

DE 196 32 251 A 1

⑦① Anmelder:  
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦② Erfinder:  
Lissel, Ernst, 38442 Wolfsburg, DE; Binfet-Kull,  
Maria, 38476 Barwedel, DE

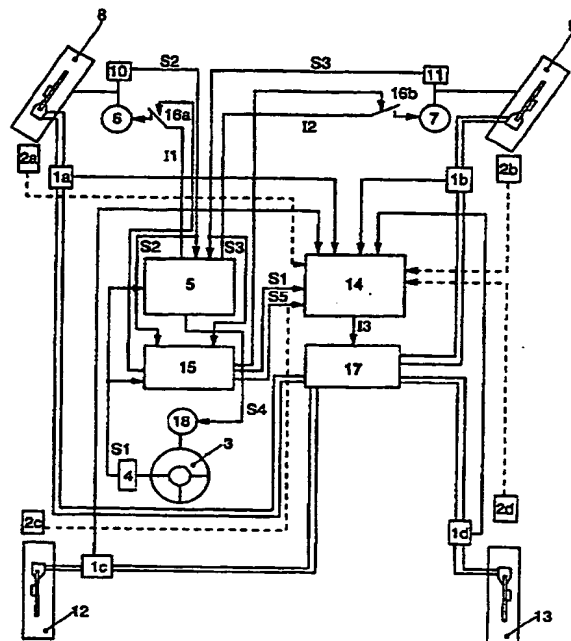
⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE 44 38 929 C1  
DE 43 00 255 A1  
DE 41 09 925 A1  
DE 37 01 958 A1  
DE-OS 21 20 745  
US 52 47 441

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung und Verfahren zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges

⑤⑦ Es wird eine Vorrichtung zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei lenkbaren Rädern (8, 9), welche eine Lenkeinrichtung zur Einstellung der Position der lenkbaren Räder in Abhängigkeit eines Lenksollsignals (S1) und eine Einrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens des Kraftfahrzeuges im Fehlerfall der Lenkeinrichtung aufweist, sowie ein Verfahren zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges, bei dem von einer Lenkeinrichtung die Einstellung der Position der Räder (8, 9) zur Erzeugung eines Lenkverhaltens in Abhängigkeit eines Lenksollsignals (S1) erfolgt, beschrieben.  
Erfindungsgemäß ist die Einrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens eine vorhandene Bremseinrichtung, welche im Fehlerfall der Lenkeinrichtung in Abhängigkeit des Lenksollsignals (S1) an den Rädern (8, 9, 12, 13) selektiv unterschiedliche Bremskräfte erzeugt.



DE 196 32 251 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei lenkbaren Rädern, welche eine Lenkeinrichtung zur Einstellung der Position der lenkbaren Räder in Abhängigkeit eines Lenksollsignals und eine Einrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens des Kraftfahrzeuges im Fehlerfall der Lenkeinrichtung aufweist, sowie ein Verfahren zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges, bei dem von einer Lenkeinrichtung die Einstellung der Position der Räder zur Erzeugung eines Lenkverhaltens in Abhängigkeit eines Lenksollsignals erfolgt.

Bei elektrischen Lenksystemen für Kraftfahrzeuge, den sogenannten Steer-by-Wire-Systemen, wie sie beispielsweise aus der Patentschrift US-5,247,441 bekannt sind, handelt es sich um sicherheitskritische Einrichtungen. Um den hohen Sicherheitsanforderungen zu genügen, sind ihre Baugruppen, beispielsweise ihre Steuerungseinrichtungen oder ihre Aktuatoren zur Einstellung der Positionen der lenkbaren Räder redundant und damit sehr aufwendig ausgelegt. Insbesondere bei elektrischen Lenksystemen, bei denen die Räder unabhängig voneinander und ohne Verbindung zueinander gelenkt werden, ist es aus Bauraumgründen schwierig, die Aktuatoren redundant auszuführen. Zudem ist diese Redundanz auch technisch schwer zu realisieren und gibt dem System eine geringere Verfügbarkeit.

Aus der deutschen Offenlegungsschrift DE-41 12 284 A1 ist eine Fahrzeuglenkverhalten-Steuervorrichtung für ein Kraftfahrzeug bekannt, welche eine Antiblockier-Bremseinrichtung aufweist. Die Steuereinrichtung erzeugt in Abhängigkeit eines einen Fahrzeuglenkzustand wiedergebenden Signals eine Differenz zwischen den Bremskräften, die an den jeweils innenliegenden und außenliegenden Rädern anliegt, so daß ein Giermoment zwischen den innenliegenden und außenliegenden Rädern erzeugt wird, um die Lenkung des Fahrzeuges während eines Bremsvorganges zu unterstützen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht deshalb darin, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges zu schaffen, die den geforderten Sicherheitsstandards genügen und bei denen die Verwendung von redundanten Bauteilen so gering wie möglich gehalten wird.

Die Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Gemäß der Erfindung übernimmt eine bereits im Kraftfahrzeug vorhandene Einrichtung die Notlauf-funktion der Lenkeinrichtung, wodurch auf eine redundante Ausführung der Aktuatoren und Steuereinrichtungen der Lenkeinrichtung verzichtet werden kann.

Die den Notlauf übernehmende Einrichtung ist erfindungsgemäß eine im Fahrzeug bereits vorhandene Bremseinrichtung, welche in Abhängigkeit des Lenksollsignals die Räder des Kraftfahrzeuges selektiv mit unterschiedlichen Bremskräften beaufschlagt und so im Fehlerfall der Lenkeinrichtung während des Bremsvorganges bis zum Stillstand das Lenkverhalten des Kraftfahrzeuges erzeugt.

Zur Erkennung des Fehlerfalls der Lenkeinrichtung, der beispielsweise durch den Ausfall einzelner Bauteile hervorgerufen wird, ist eine Fehlererkennungseinrichtung vorgesehen, welche das Lenksollsignal mit der Po-

sition der lenkbaren Räder vergleicht, wobei bei einer definierten Abweichung der Position mindestens einer der lenkbaren Räder vom Lenksollsignal ein Fehlerfall der Lenkeinrichtung erkannt wird. Die Größe der definierten Abweichung ist dabei vorzugsweise von der Fahrgeschwindigkeit des Kraftfahrzeuges abhängig.

Wird ein Fehlerfall der Lenkeinrichtung von der Fehlererkennungseinrichtung erkannt, schaltet diese die Lenkeinrichtung ab. Gleichzeitig aktiviert sie die Bremseinrichtung über ein Steuersignal derart, daß die Räder selektiv mit Bremskräften in Abhängigkeit des Lenksollsignals beaufschlagt werden, um die von der durch den Fahrzeugführer bedienbaren Lenkvorgabe-einrichtung oder einer Einrichtung zum automatischen Führen des Kraftfahrzeuges kommandierten Lenkreaktion zu gewährleisten.

Um die Beaufschlagung der Räder mit selektiven Bremskräften steuern zu können, werden die momentanen Bremskräfte an den Rädern erfaßt und der Bremseinrichtung als Istgröße zugeführt. Bei einer hydraulischen Bremseinrichtung werden dazu vorteilhafterweise als Maß für die anliegenden Bremskräfte die in den Rädern zugeordneten Bremszylindern auftretenden Bremsdrücke verwendet. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Erfassung der Raddrehzahlen, aus denen die Verzögerung der einzelnen Räder ermittelt wird. Die dafür notwendigen Raddrehzahlsensoren sind meist schon im Kraftfahrzeug vorhanden.

Der Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die Einbeziehung der im Fahrzeug vorhandenen Bremseinrichtung die Notfunktion der Lenkeinrichtung eine mit üblichen redundanten Systemen aufgebaute Lenkeinrichtung nicht erlangbare Verfügbarkeits- und Sicherheitserhöhung erreicht wird.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Die Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung einer Lenkeinrichtung für ein Kraftfahrzeug mit lenkbaren Fronträdern und eine im Fehlerfall der Lenkeinrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens verwendbare Bremseinrichtung.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung besteht aus einer Lenkeinrichtung und einer im Normalfall völlig autark arbeitenden Bremseinrichtung. Die Lenkeinrichtung weist im Ausführungsbeispiel eine als Lenkrad 3 ausgebildete Lenkwinkelvorgabereinrichtung auf, welcher ein Lenkwinkelsensor 4 zugeordnet ist, welcher den Verdrehwinkel des Lenkrades 3 direkt oder indirekt ermittelt. Das Ausgangssignal S1 des Lenkwinkelsensors 4 wird als Lenksollsignal einer elektronischen Steuereinrichtung 5 der Lenkeinrichtung zugeleitet. In Abhängigkeit des Lenksollsignals S1 ermittelt die Steuereinrichtung die Stellgrößen I1 und I2 für die elektrischen Aktuatoren 6 und 7, welche die Position der lenkbaren Räder 8 und 9 zur Erzeugung eines Lenkverhaltens des Kraftfahrzeuges einstellen. Die Radstellungssensoren 10, 11 erfassen die momentane Position der lenkbaren Räder und leiten diese als Istsignal S2, S3 an die Steuereinrichtung 5. Des weiteren erzeugt die Steuereinrichtung 5 ein Signal S4 an einen Aktuator 18, der zur Erzeugung des Lenkgefühls für den Fahrer eine Lenkmomentrückmeldung an das Lenkrad 3 gibt.

Die Bremseinrichtung weist ebenfalls eine Steuereinrichtung 14 auf, die während eines normalen Fahrbetriebes ihr Sollsignal durch die Betätigung des nicht dargestellten Bremspedals und ggf. von dem Steuergerät einer Antiblockierregel-einheit und/oder einer Fahrdynamikregel-einheit erhält. In Abhängigkeit dieses Sollsi-

gnals bildet die Steuereinrichtung das Stellsignal 13 für die Aktuatoreinrichtung 17, die im Ausführungsbeispiel hydraulisch arbeitet und entsprechend der aufzubringenden Bremskräfte in den den Rädern zugeordneten Bremszylindern die entsprechenden Bremsdrücke aufbaut.

Weiterhin ist eine Fehlererkennungseinrichtung 15 vorgesehen, welche das Ausgangssignal S2, S3 der Radstellungssensoren 10, 11 ständig mit dem Lenksollsignal S1 vergleicht. Tritt eine Abweichung mindestens eines der Ausgangssignale S2, S3 vom Lenksollsignal S1 auf, die größer ist als eine fahrgeschwindigkeitsabhängige vorgegebene Abweichung ist, spricht die Fehlererkennungseinrichtung an und öffnet die Schalter 16a und 16b, so daß die Aktuatoren 6 und 7 nicht mehr arbeiten. Gleichzeitig aktiviert die Fehlererkennungseinrichtung 15 über das Steuersignal S5 die Steuereinrichtung 14 und stellt das Lenksollsignal S1 an sie durch, die jetzt zur Erzeugung eines Lenkverhaltens bis zum Stillstand des Kraftfahrzeuges in Abhängigkeit des Lenksollsignals S1 und an den Rädern 8, 9, 12, 13 abgegriffener Istsignale das Stellsignal 13 für die Aktuatoreinrichtung 17 der Bremseinrichtung bildet und an diese zur Erzeugung selektiv unterschiedlicher Bremskräfte an den einzelnen Rädern abgibt.

Als Istwerte stehen bei einer hydraulischen Bremseinrichtung die in den einzelnen Rädern zugeordneten Bremszylindern anstehenden Bremsdrücke zur Verfügung, welche über die Drucksensoren 1a—1d aufgenommen werden.

Eine andere Möglichkeit besteht in der Erfassung der Raddrehzahlen der einzelnen Räder über die Raddrehzahlsensoren 2a—2d, aus denen die Steuereinrichtung 14 die Verzögerung der einzelnen Räder 8, 9, 12 und 13 ermittelt und als Istsignal verwendet.

#### Bezugszeichenliste

1a—1d Drucksensor  
2a—2d Raddrehzahlsensor  
3 Lenkrad, Lenkwinkelvorgabeeinrichtung  
4 Lenkwinkelsensor  
5 Steuereinrichtung  
6, 7 Aktuatoren  
8, 9 lenkbares Rad  
10, 11 Radstellungssensoren  
12, 13 Räder  
14 Steuereinrichtung  
15 Fehlererkennungseinrichtung  
16a, 16b Schalter  
17 Aktuatoreinrichtung  
18 Aktuator  
S1 Lenksollsignal  
I1, I2 Stellgröße  
S2, S3 Istsignal, Ausgangssignal  
S4 Signal  
I3 Stellgröße  
S5 Steuersignal

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei lenkbaren Rädern, welche eine Lenkeinrichtung zur Einstellung der Position der lenkbaren Räder in Abhängigkeit eines Lenksollsignals und eine Einrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens des Kraftfahrzeuges im Fehlerfall der Lenkeinrichtung aufweist, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Einrichtung zur Erzeugung eines Lenkverhaltens eine vorhandene Bremseinrichtung ist, welche im Fehlerfall der Lenkeinrichtung in Abhängigkeit des Lenksollsignals (S1) an den Rädern (8, 9, 12, 13) selektiv unterschiedliche Bremskräfte erzeugt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkeinrichtung die lenkbaren Räder (8, 9) unabhängig voneinander einstellt und die Räder (8, 9) keine Verbindung zueinander aufweisen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Fehlererkennungseinrichtung (15) vorgesehen ist, die den Fehlerfall der die Stellung der Räder (8, 9) einstellenden Lenkeinrichtung durch den Vergleich des Lenksollsignals (S1) mit Ausgangssignalen (S2, S3) von den lenkbaren Rädern (8, 9) zugeordneten Radstellungssensoren (10, 11) erfaßt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlererkennungseinrichtung (15) bei einer definierten Abweichung der Ausgangssignale (S2, S3) mindestens eines der Radstellungssensoren (10, 11) von dem Lenksollsignal (S1) den Fehlerfall der Lenkeinrichtung erkennt.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Abweichung fahrgeschwindigkeitsabhängig ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlererkennungseinrichtung (15) im Fehlerfall der Lenkeinrichtung diese abschaltet und gleichzeitig an die Bremseinrichtung ein Steuersignal (S5) zur Aktivierung der Erzeugung selektiv unterschiedlicher Bremskräfte an den Rädern (8, 9, 12, 13) in Abhängigkeit des Lenksollsignals (S1) abgibt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den einzelnen Rädern (8, 9, 12, 13) des Kraftfahrzeuges Sensoren (1a—1d; 2a—2d) zur Erfassung der an den Rädern momentan anliegenden Bremskräfte zugeordnet sind, deren Ausgangssignale als Istsignale der Bremseinrichtung zuführbar sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremseinrichtung eine hydraulisch arbeitende Bremseinrichtung ist und als Maß für die an den Rädern (8, 9, 12, 13) anliegenden Bremskräfte, die in den Rädern zugeordneten Bremszylindern auftretenden Bremsdrücke verwendbar sind.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß den einzelnen Rädern (8, 9, 12, 13) des Kraftfahrzeuges Raddrehzahlsensoren (2a—2d) zugeordnet sind, deren Ausgangssignale der Bremseinrichtung zuleitbar sind, welche aus den Ausgangssignalen die Verzögerung der einzelnen Räder ermittelt und als Istsignal zur Erzeugung der selektiv unterschiedlichen Bremskräfte verwendet.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Lenkwinkelsensor (4) einer vom Fahrzeugführer bedienbaren Lenkwinkelvorgabeeinrichtung (3) zur Erfassung des Lenksollsignals (S1) zugeordnet ist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zur Erzeugung eines Lenksollsignals (S1) vorgesehen ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung eine Einrichtung zum fahrerlosen Führen des Kraftfahrzeuges ist.

13. Verfahren zur Lenkung eines Kraftfahrzeuges mit mindestens zwei lenkbaren Rädern, bei dem von einer Lenkeinrichtung die Einstellung der Position der Räder zur Erzeugung eines Lenkverhaltens des Kraftfahrzeuges in Abhängigkeit eines Lenksollsignals erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß im Fehlerfall der Lenkeinrichtung das Lenkverhalten des Kraftfahrzeuges über die Beaufschlagung der Räder (8, 9, 12, 13) mit selektiv unterschiedlichen Bremskräften in Abhängigkeit des Lenksollsignals erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Beaufschlagung der Räder (8, 9, 12, 13) mit selektiv unterschiedlichen Bremskräften über eine bereits vorhandene Bremseinrichtung erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehlerfall der Lenkeinrichtung in einer Fehlererkennungseinrichtung (15) über einen Vergleich des Lenksollsignals (S1) mit der momentanen Position (S2, S3) mindestens eines der lenkbaren Räder (8, 9) erkannt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Fehlerfall der Lenkeinrichtung bei einer definierten Abweichung der Position (S2, S3) mindestens eines der lenkbaren Räder (8, 9) von dem Lenksollsignal (S1) erkannt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der Abweichung fahrgeschwindigkeitsabhängig festgelegt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Fehlererkennungseinrichtung (15) bei einem erkannten Fehlerfall der Lenkeinrichtung diese abschaltet und gleichzeitig die Erzeugung selektiv unterschiedlicher Bremskräfte an den Rädern (8, 9, 12, 13) bei der Bremseinrichtung in Abhängigkeit des Lenksollsignals (S1) aktiviert.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die an den Rädern (8, 9, 12, 13) momentan anliegenden Bremskräfte der Bremseinrichtung als Istsignal zugeführt werden.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer hydraulischen Bremseinrichtung, die in den Rädern (8, 9, 12, 13) zugeordneten Bremszylindern auftretenden Bremsdrücke als Maß für die anliegenden Bremskräfte verwendet werden.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Raddrehzahlen der einzelnen Räder aufgenommen werden, aus den Raddrehzahlen die Verzögerung der Räder ermittelt und als Istsignal der Bremseinrichtung zugeführt wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

- Leerseite -



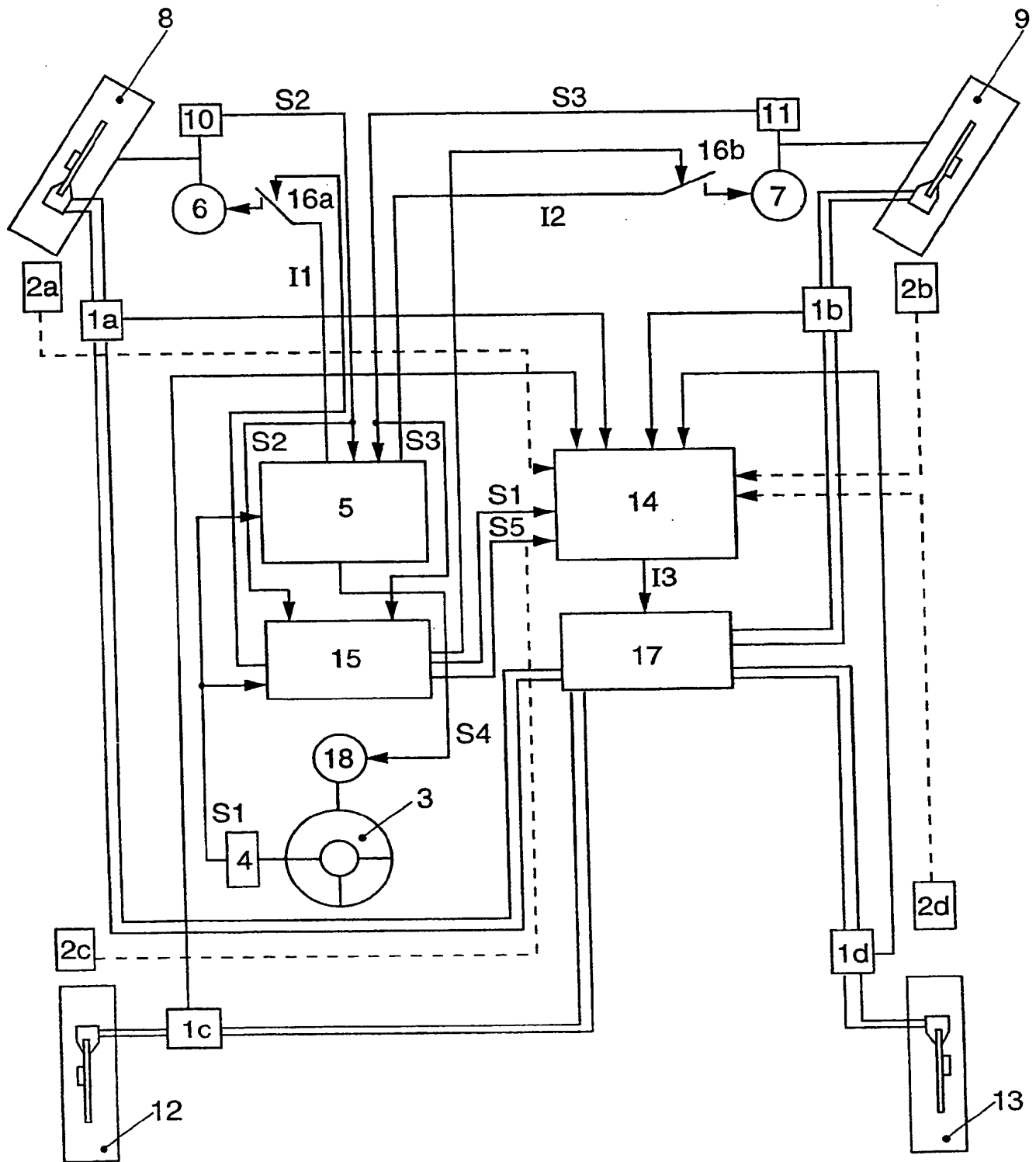


FIG. 1